



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 14 980 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
G 01 B 7/00
G 01 B 7/30
G 01 D 5/20
G 01 R 33/07

⑳ Aktenzeichen: 100 14 980.4
㉔ Anmeldetag: 25. 3. 2000
㉕ Offenlegungstag: 26. 4. 2001

DE 100 14 980 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

㉗ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉘ Erfinder:
Thierbach, Peter, 71634 Ludwigsburg, DE

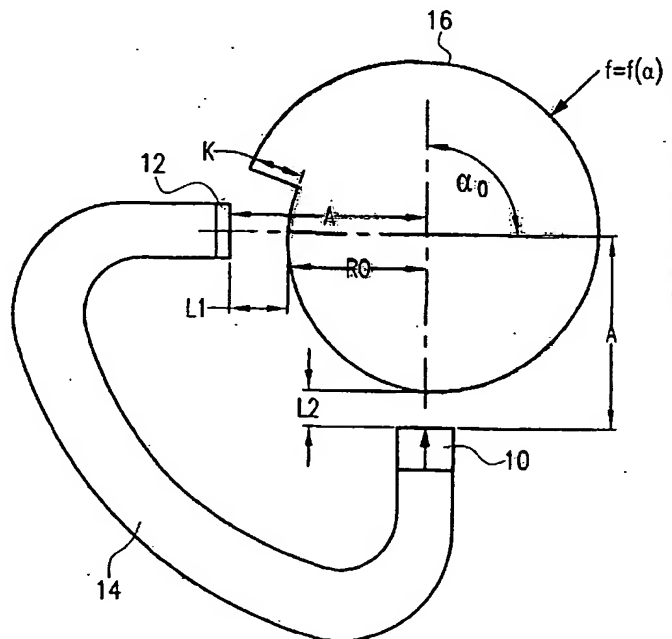
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 44 00 616 C2
DE 43 07 544 A1
AT 25 85 95B
EP 05 12 282 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Vorrichtung zum Ermitteln der Position eines Objektes

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ermitteln der Position eines Objektes mit Mitteln (10, 14) zum Erzeugen eines Magnetfeldes und mit Mitteln (16, 22) zum Beeinflussen des Magnetfeldes, indem die Mittel (16, 22) zum Beeinflussen und die Mittel (10, 14) zum Erzeugen relativ zueinander bewegbar sind, wobei Änderungen des Magnetfeldes durch einen Magnetfeldsensor (12) nachweisbar sind und die Kennlinie des Magnetfeldsensors (12) durch die geometrische Gestalt der Mittel zum Beeinflussen (16, 22) festlegbar ist.



BEST AVAILABLE COPY

DE 100 14 980 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ermitteln der Position eines Objektes mit Mitteln zum Erzeugen eines Magnetfeldes und mit Mitteln zum Beeinflussen des Magnetfeldes, indem die Mittel zum Beeinflussen und die Mittel zum Erzeugen relativ zueinander bewegbar sind.

Eine gattungsgemäße Vorrichtung ist beispielsweise aus der EP 0 512 282 B1 bekannt. Hier ist ein Winkelaufnehmer zur berührungsfreien Bestimmung der Drehung einer Welle offenbart. Das Magnetfeld wird durch eine Spulenordnung erzeugt, welche auf einem Stator angeordnet ist. Durch die Drehung eines Rotors ändern sich die Induktivitäten der Spulen. Somit läßt sich über die Induktivitätsänderung die Änderung der Winkelstellung ermitteln. Im Zusammenhang mit der Vorrichtung des Standes der Technik ist bereits erkannt worden, daß eine geeignete Formgebung des Rotors einen positiven Einfluß auf das Meßsignal haben kann. Beispielsweise wird vorgeschlagen, daß der Rotor Bereiche mit konstant ansteigendem Radius hat, zum Beispiel entsprechend einer archimedischen Spirale.

Bei einem anderen Meßprinzip, welches über die Beeinflussung des Magnetfeldes arbeitet, wird nicht die Induktivitätsänderung einer Spulenordnung ausgenutzt; vielmehr wird die Veränderung eines von einem Permanentmagneten erzeugten Magnetfeldes durch einen Magnetfeldsensor, zum Beispiel durch ein Hall-Element, gemessen.

Um möglichst zuverlässige Meßergebnisse zu erhalten, soll eine Meßanordnung möglichst im linearen Bereich betrieben werden. Bei den Winkelaufnehmern des Standes der Technik endet dieser näherungsweise lineare Bereich bei etwa 180°. Weiterhin ist festzustellen, daß die abstandssensitiven Verfahren im Hinblick auf Störgrößen, die in Sensierichtung liegen, empfindlich sind. Bei einer Winkelmessung verursacht beispielsweise ein radiales Spiel ein entsprechendes Störsignal. Bei Wegsensierungen, das heißt bei Ermittlung der Position eines Objektes, welches eine Translationsbewegung ausführt, zeigen der Abstand des Magneten zum Magnetfeldsensor einen stark nicht-linearen Zusammenhang. Daher können Wegsensierungen nur in einem relativ kleinen Meßbereich durchgeführt werden. Zusätzlich ist festzustellen, daß bei großen Wegen und somit großen Abständen zwischen dem Magnetfeldsensor und dem bewegbaren Objekt die Signalausbeute sehr gering ist.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung baut gemäß Anspruch 1 auf der gattungsgemäßen Vorrichtung dadurch auf, daß Änderungen des Magnetfeldes durch einen Magnetfeldsensor nachweisbar sind und daß die Kennlinie des Magnetfeldsensors durch die geometrische Gestalt der Mittel zum Beeinflussen festlegbar ist. Es hat sich herausgestellt, daß insbesondere beim Nachweis der Positionsänderung und somit der Magnetfeldänderung durch einen Magnetfeldsensor die geometrische Gestalt der Mittel zum Beeinflussen des Magnetfeldes einen starken Einfluß auf die Kennlinie der Anordnung nimmt. Durch geeignete Wahl der geometrischen Gestalt ist es so möglich, daß bei Winkelsensierungen der Meßbereich deutlich über 180° erweitert werden kann; dies geschieht über eine Linearisierung des funktionalen Zusammenhangs zwischen Winkel und Ausgangssignal durch entsprechende Gestaltung der Geometrie. Bei einer Wegsensierung ist durch entsprechende Gestaltung der Geometrie des sich bewegenden Objektes der Meßbereich in weiten Grenzen wählbar.

Vorzugsweise ist der Magnetfeldsensor ein Hall-Element.

Hall-Elemente haben sich bei der Messung von Magnetfeldern bewährt, insbesondere aufgrund ihrer hohen Empfindlichkeit. Die geeignete geometrische Gestaltung hat hier einen starken Einfluß auf die Kennlinie.

Vorzugsweise umfassen die Mittel zum Erzeugen eines Magnetfeldes einen Magneten und einen weichmagnetischen Rückschlußbügel, wobei der Magnet und der Magnetfeldsensor an entgegengesetzten Enden des Rückschlußbügels angeordnet sind. Die Mittel zum Beeinflussen des Magnetfeldes können somit zwischen den Enden des Rückschlußbügels angeordnet werden und durch ihre Bewegung in effizienter Weise den Luftspalt und somit die magnetische Flußdichte beeinflussen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Mittel zum Beeinflussen des Magnetfeldes als weichmagnetischer Rotor ausgelegt, wobei sich der Radius des Rotors in Umfangsrichtung verändert. Ordnet man diesen Rotor zwischen den Enden des Rückschlußbügels an, wobei ein Ende den Magneten und das andere Ende den Magnetfeldsensor trägt, so ändern sich die Luftspalte an beiden Enden des Rückschlußbügels mit der Drehung des Rotors. Bei geeigneter Formgebung der Außenlinie des Rotors kann über einen großen Winkelbereich ein nahezu linearer Kennlinienverlauf erzeugt werden.

Dabei ist besonders bevorzugt, wenn sich der Radius R des Rotors gemäß der Gleichung

$$R(\alpha) = K \cdot \frac{\alpha^x}{360^\circ} + R_0$$

ändert, wobei

R_0 der minimale Radius ist,

α der Drehwinkel gemessen zum Ort des minimalen Radius R_0 ist,

K eine Konstante ist und

x eine Konstante < 1 ist.

Mit einem solchen Radiusverlauf, welcher eine spiralförmige Umfangslinie bedeutet, kann in guter Näherung eine lineare Kennlinie erzeugt werden.

Es kann ebenfalls vorteilhaft sein, wenn die Mittel zum Beeinflussen des Magnetfeldes als Rotor ausgelegt sind, wobei sich die Dicke eines sich axial erstreckenden weichmagnetischen Kragens in Umfangsrichtung verändert. Dieser Kragen kann zum Beispiel zwischen die Enden eines U-förmig gebogenen Rückschlußbügels ragen, auf dessen Innenseiten der Magnetfeldsensor bzw. der Magnet an entgegengesetzten Enden sitzen. Durch Drehung des Rotors wird der Luftspalt zwischen dem Magneten und dem Magnetfeldsensor beeinflusst, so daß der Magnetfeldsensor ein Signal in Abhängigkeit der Winkelstellung ausgibt. Durch einen geeigneten funktionalen Zusammenhang zwischen der Dicke des Kragens und der Winkelstellung läßt sich die Kennlinie wiederum nahezu linear gestalten, was zu einem großen Winkelmeßbereich führt.

Bei einer weiteren Ausführungsform sind die Mittel zum Beeinflussen des Magnetfeldes als weichmagnetischer Stab ausgelegt, dem eine Translationsbewegung zuführbar ist, wobei sich die Abmessung des Stabes senkrecht zur Bewegungsrichtung ändert. Die Erfindung dient also nicht nur zum Messen von Winkelstellungen, sondern auch zum Messen von linearen Bewegungen. Es können sehr große Wege sensiert werden, da nur die Änderung der Abmessung des Stabes funktional von Bedeutung ist. Durch entsprechende Festlegung der Kontur kann eine Linearisierung oder ein Kennlinienverlauf entsprechend den Anforderungen realisiert werden.

Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, daß sich der Kennlinienverlauf durch die geometri-

sche Gestaltung von Mitteln zum Beeinflussen eines Magnetfeldes in der Weise festlegen läßt, daß der Meßbereich der Anordnung erheblich vergrößert wird. Beispielsweise kann der Kennlinienverlauf linearisiert werden; durch andere Formgebung kann aber gegebenenfalls auch ein nicht-linearer Kennlinienverlauf erzeugt werden, falls dies erwünscht ist. Die Erfindung eignet sich gleichermaßen zur Messung von Winkelstellungen als auch zur Messung von linearen Bewegungen.

Zeichnung

Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die begleitende Zeichnung anhand von Ausführungsformen beispielhaft dargestellt.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer ersten Rotorstellung;

Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Vorrichtung aus Fig. 2 mit einer zweiten Rotorstellung;

Fig. 3 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Vorrichtung;

Fig. 4a und Fig. 4b zeigen die erfindungsgemäße Vorrichtung nach Fig. 3 mit Blick auf die in Fig. 3 mit A-A gekennzeichnete Schnittebene, wobei die Fig. 4a und 4b unterschiedliche Rotorstellungen darstellen;

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 8a und Fig. 8b zeigen die erfindungsgemäße Vorrichtung nach Fig. 7 mit Blick auf die in Fig. 7 mit A-A gekennzeichnete Schnittebene, wobei die Fig. 8a und die Fig. 8b zwei unterschiedliche Translationsstellungen zeigen.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer ersten Rotorstellung. Ein Magnet 10 und ein Magnetfeldsensor 12 sind an den entgegengesetzten Enden eines weichmagnetischen Rückschlußbügels 14 angeordnet. Zwischen den Enden des Rückschlußbügels 14 befindet sich ein weichmagnetischer Rotor 16. Der Rotor hat eine Außenkontur $r = r(\alpha)$, insbesondere einen sich mit dem Winkel ändernden Radius. In der in Fig. 1 dargestellten Winkelstellung des Rotors 16 liegt zwischen dem Magnetfeldsensor 12 und dem Rotor 16 ein Luftspalt L1 vor; zwischen dem Magneten 10 und dem Rotor 16 befindet sich ein Luftspalt L2. Der wirkungsvolle Spalt L1 für die Berechnung des Sensorsignals ist strenggenommen unter Einbeziehung der Dicke des Magnetfeldsensors 12, beispielsweise eines Hall-Elementes, zu ermitteln.

Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Vorrichtung aus Fig. 2 mit einer zweiten Rotorstellung. Der Rotor 16 ist bezüglich der Stellung aus Fig. 1 um einen Winkel α gedreht, so daß nunmehr die Spalte zwischen dem Magneten 10 und dem Rotor bzw. zwischen dem Magnetfeldsensor 12 und dem Rotor L2' bzw. L1' betragen. Folglich hat sich die Summe der Luftspalte geändert, was zu einer Erhöhung der Flußdichte und somit zu einer Erhöhung der Hall-Spannung des Magnetfeldsensors 12 führt. Nimmt man an, daß der Rotor in seiner Außenkontur einer mathematischen Spirale mit konstanter Steigung folgt und nimmt man ferner an, daß die Hall-Spannung umgekehrt proportional zum Luftspalt zunimmt, so kann man näherungsweise den funktionalen Zusammenhang zwischen dem Winkel α und der Ausgangsspannung wie folgt beschreiben:

$$R(\alpha) = K \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} + R_0,$$

wobei

R_0 der minimale Radius ist,

α der Drehwinkel gemessen zum Ort des minimalen Radius

R_0 ist und

K eine Konstante ist.

Hieraus ergibt sich für die Längen der Luftspalte L1 bzw. L2:

$$L1 = A - (K \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} + R_0)$$

$$L2 = A - (K \cdot \frac{\alpha + \alpha_0}{360^\circ} + R_0),$$

wobei

A der Abstand der Rotationsachse des Rotors 16 zum Magnetfeldsensor ist, wie sich Fig. 1 entnehmen läßt.

Geht man davon aus, daß sich die Hall-Spannung U_H näherungsweise proportional zur Breite der Luftspalte verhält, so ergibt sich für diese:

$$U_H \approx \frac{1}{(2A - 2R_0) - K \cdot \left[\frac{2 \cdot \alpha + \alpha_0}{360^\circ} \right]}$$

Allgemein ergibt sich als Forderung für die Geometrie der Außenkontur:

$$\frac{B}{2A - [f(\alpha) + f(\alpha + \alpha_0)]} = C \cdot \alpha + C_0,$$

wobei

B eine Konstante ist,

C eine Konstante ist und

C_0 eine Konstante ist.

Die letzte Gleichung sagt aus, daß eine Funktion $f(\alpha)$ in der Weise zu bestimmen läßt, daß sich ein linearer funktionaler Zusammenhang $C \cdot \alpha + C_0$ zwischen der Ausgangsspannung und dem Winkel α ergibt. Diese letzte Gleichung wird näherungsweise durch eine Spiralfunktion erfüllt, wenn man den Winkel α mit einem Exponenten x versieht, welcher kleiner ist als 1, also:

$$R(\alpha) = K \cdot \frac{\alpha^x}{360^\circ} + R_0$$

Fig. 3 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Vorrichtung. Ein Rotor 16 ist in zwei verschiedenen Stellungen dargestellt, einmal durch eine durchgezogene Linie und einmal durch eine unterbrochene Linie. Der Rotor 16 hat einen umlaufenden Kragen 18, dessen Dicke sich in Umfangsrichtung ändert. Der Kragen 18 ragt in einen U-förmigen Rückschlußbügel 14. Aufgrund der variablen Dicke des Kragens 18 ändert sich die Dicke des weichmagnetischen Materials, welches den Luftspalt in dem Rückschlußbügel beeinflusst. Wiederum ist die Funktion $f = f(\alpha)$ für die Kontur des Kragens so wählbar, daß sich ein erwünschter Kennlinienverlauf, beispielsweise ein linearer Verlauf, ergibt.

Fig. 4a und Fig. 4b zeigen die erfindungsgemäße Vorrichtung nach Fig. 3 mit Blick auf die in Fig. 3 mit A-A gekennzeichnete

zeichnete Schnittebene, wobei die Fig. 4a und 4b unterschiedliche Rotorstellungen darstellen.

In Fig. 4a ist die Stellung des Rotors 16 dargestellt, welche der durchgezogenen Linie in Fig. 3 entspricht. Der Rotor 16 weist einen unmagnetischen Körper 20 auf, an dem sich der weichmagnetische Kragen 18 anschließt. In dem Bereich, welcher in den Raum zwischen dem Magneten 10 und dem Magnetfeldsensor 12 eindringt, welche endseitig innen an dem Rückschlußbügel 14 befestigt sind, weist der Kragen 18 eine Dicke D1 auf. Hierdurch kommt es zwischen dem Magnetfeldsensor 12 und dem Kragen 18 zu einem Abstand La, und zwischen dem Kragen und dem Magneten kommt es zu einem Abstand L1.

In Fig. 4b ist der Rotor 16 um den in Fig. 3 mit α bezeichneten Winkel gedreht worden, so daß die Darstellung gemäß Fig. 4b der unterbrochenen Linie in Fig. 3 entspricht. Da der zwischen dem Magneten 10 und dem Magnetfeldsensor 12 liegende Bereich des Kragens 18 nunmehr die wesentlich größere Dicke D2 aufweist, haben sich die entsprechenden Luftspalte L1 zwischen Magnet 10 und Kragen 18 und La zwischen Magnetfeldsensor 12 und Kragen 18 verringert. Folglich wird in der Situation gemäß Fig. 4b eine größere Hall-Spannung erzeugt als in der Situation gemäß Fig. 4a.

Wählt man nun die Dickenänderung des Kragens 18 in geeigneter Weise als Funktion des Winkels α , so läßt sich wiederum der Kennlinienverlauf in gewünschter Weise beeinflussen, das heißt er läßt sich vorzugsweise linear wählen. Aufgrund des konstanten Gesamtluftspaltes wirkt sich ein radiales Spiel des Rotors nur wenig auf die Qualität des Meßergebnisses aus.

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Bei dieser Ausführungsform wird die Erfindung zur Messung einer Translationsbewegung verwendet. Zu diesem Zweck ist ein Stab 22 vorgesehen, welcher eine in Abhängigkeit der Koordinate S veränderliche Dicke hat, allgemein gesprochen eine Außenkontur $f = f(S)$ aufweist. Der Stab 22 ist in zwei verschiedenen Stellungen dargestellt, verschoben um die Meßstrecke S_0 . Ein Rückschlußbügel 14 mit an seinen Enden angebrachtem Magneten 10 und Magnetfeldsensor 12 ist der schrägen Seite des Stabes 22 zugewandt angeordnet. Um der Schräge Rechnung zu tragen, sind die Kopfflächen von Magnet 10 und Magnetfeldsensor 12 um den Betrag A gegeneinander versetzt. Verschiebt man nun den Stab 22 um die Meßstrecke S_0 , so verändern sich die Luftspalte von L1 auf L1' bzw. von L2 auf L2'. Die Änderung der Luftspalte führen zu einer Flußänderung, was das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors 12 verändert. Im Fall einer Hall-Sonde ändert sich die Hall-Spannung. Durch geeignete Wahl der Außenkontur $f = f(S)$ des Stabes 22 ist wiederum eine gewünschte Kennlinie realisierbar, welche vorzugsweise einen vom Weg S abhängigen linearen Verlauf hat.

Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Diese Ausführungsform ähnelt der Ausführungsform in Fig. 5, außer daß der Rückschlußbügel 14 mit Magnet 10 und Magnetfeldsensor 16 anders zu dem Stab 22 angeordnet ist. Nunmehr sind die Kopfflächen des Magneten 10 bzw. des Magnetfeldsensors 12 im wesentlichen parallel zu der schrägen Seite des Stabes 22 angeordnet.

Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Auch hier wird ein Stab 22 zur Messung einer Translationsstellung verwendet. In diesem Fall dringt der Stab 22 zwischen die Schenkel eines U-förmigen Rückschlußbügels 14, an deren Innenseite der Magnet 10 bzw. der Magnetfeldsensor 12 an entgegengesetzten Enden befestigt sind.

Fig. 8a und Fig. 8b zeigen die erfindungsgemäße Vorrichtung nach Fig. 7 mit Blick auf die in Fig. 7 mit A-A gekennzeichnete Schnittebene, wobei die Fig. 8a und die Fig. 8b zwei unterschiedliche Translationsstellungen zeigen. Hier sind die beiden Positionen des Stabes 22, welche in Fig. 7 mit durchgezogener Linie 22a bzw. mit unterbrochener Linie 22b dargestellt sind, im Hinblick auf die Anordnung des Stabes 22 bezüglich des Magneten 10 und des Magnetfeldsensors 12 dargestellt. Der Stab 22 ist so geformt, daß der Abstand zwischen dem Magnetfeldsensor 12 und dem Stab 22 bei dem Wert La konstant bleibt, unabhängig davon, ob sich die Dicke D1 (Fig. 8a) oder die Dicke D2 (Fig. 8b) in dem Zwischenraum zwischen Magnet 10 und Magnetfeldsensor 12 befindet. Der Abstand zwischen dem Stab 22 und dem Magneten 10 ändert sich jedoch bei einer Translation des Stabes 22, so daß aus dem Luftspalt L1 gemäß Fig. 8a ein schmalerer Luftspalt L2 gemäß Fig. 8b wird. Folglich ändert sich das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors; im Falle einer Hall-Sonde erhöht sich die Hall-Spannung. Analog zur Ausbildung nach der Fig. 4 wirkt sich hier eine Bewegung des Stabes 22 in Y-Richtung nicht störend auf das Meßsignal aus, da der das Meßsignal bestimmende Gesamtluftspalt konstant bleibt.

Die vorhergehende Beschreibung der Ausführungsbeispiele gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ermitteln der Position eines Objektes mit Mitteln (10, 14) zum Erzeugen eines Magnetfeldes und mit Mitteln (16, 22) zum Beeinflussen des Magnetfeldes, indem die Mittel (16, 22) zum Beeinflussen und die Mittel (10, 14) zum Erzeugen relativ zueinander bewegbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß Änderungen des Magnetfeldes durch einen Magnetfeldsensor (12) nachweisbar sind und daß die Kennlinie des Magnetfeldsensors (12) durch die geometrische Gestalt der Mittel zum Beeinflussen (16, 22) festlegbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnetfeldsensor 12 ein Hall-Element ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (10, 14) zum Erzeugen eines Magnetfeldes einen Magneten (10) und einen weichmagnetischen Rückschlußbügel (14) umfassen, wobei der Magnet (10) und der Magnetfeldsensor (12) an entgegengesetzten Enden des Rückschlußbügels (12) angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (16, 22) zum Beeinflussen des Magnetfeldes als weichmagnetischer Rotor (16) ausgelegt sind, wobei sich der Radius des Rotors (16) in Umfangsrichtung verändert.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Radius R des Rotors gemäß der Gleichung

$$R(\alpha) = K \cdot \frac{\alpha^x}{360^\circ} + R_0$$

ändert, wobei

R0 der minimale Radius ist,

α der Drehwinkel gemessen zum Ort des minimalen Radius R0 ist,

K eine Konstante ist und
x eine Konstante < 1 ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (16, 22) zum Beeinflussen des Magnetfeldes als Rotor (16) 5 ausgelegt sind, wobei sich die Dicke eines sich axial erstreckenden weichmagnetischen Kragens (18) in Umfangsrichtung verändert.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (16, 22) zum Beeinflussen des Magnetfeldes als weichmagnetischer Stab (22) ausgelegt sind, dem eine Translationsbewegung zuführbar ist, wobei sich die Abmessung des Stabes (22) senkrecht zur Bewegungsrichtung ändert. 10

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

~~THIS PAGE BLANK (USPTO)~~

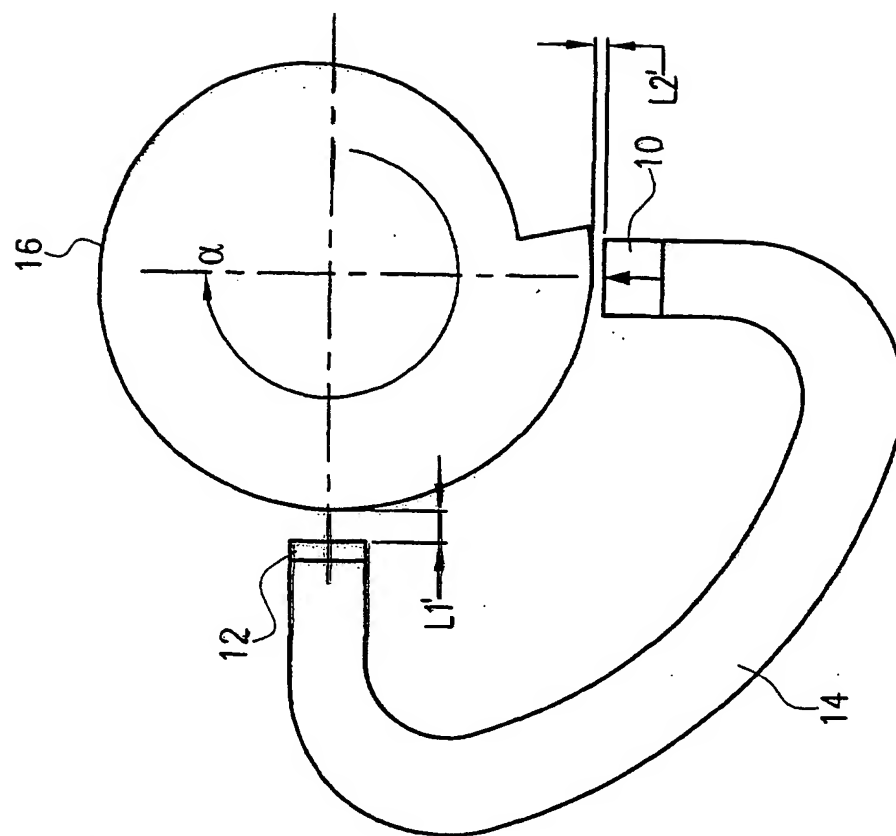


Fig. 1

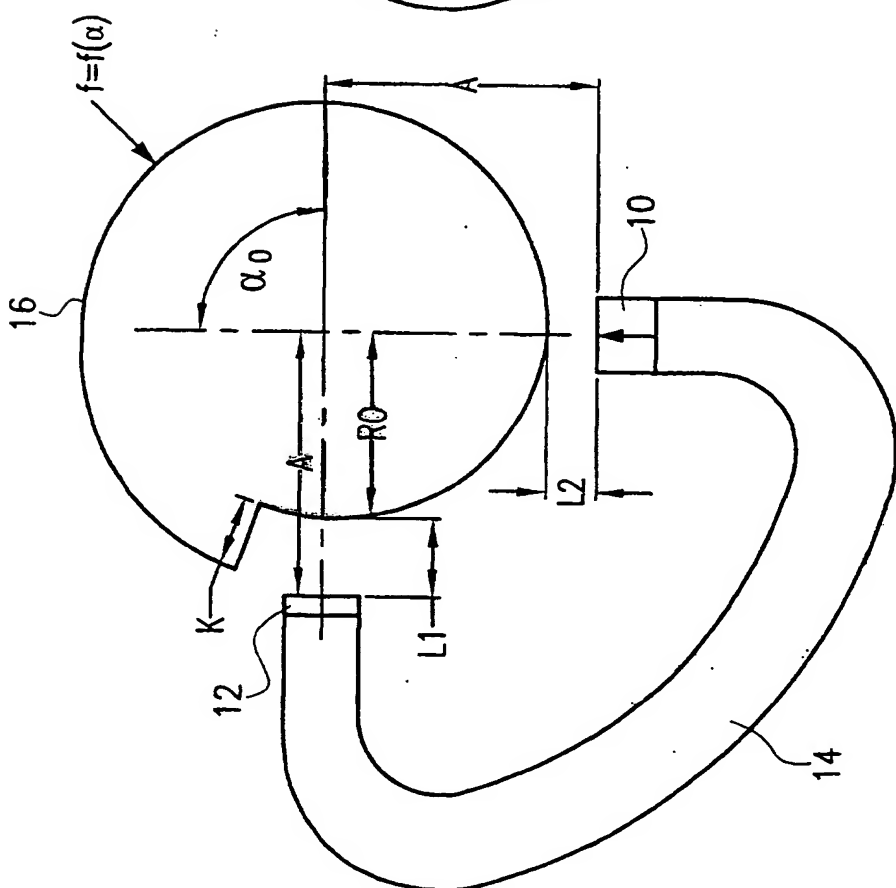


Fig. 2

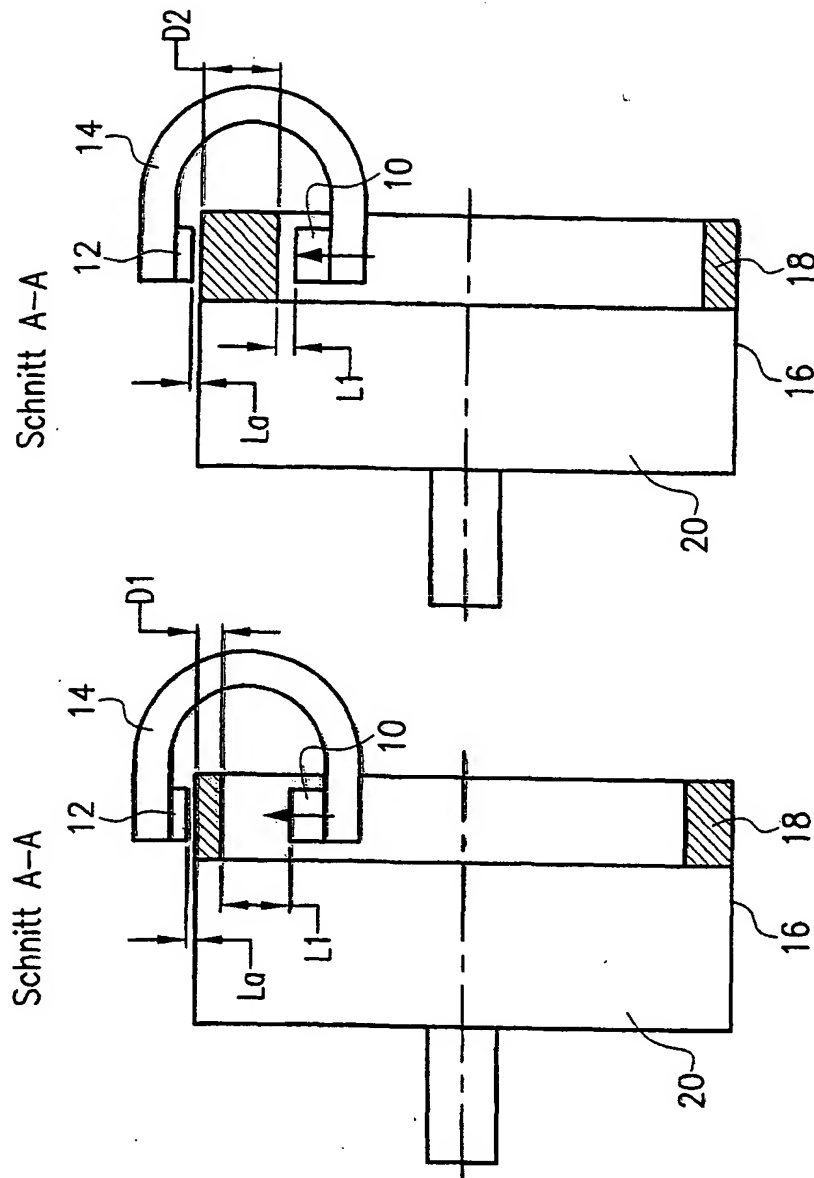


Fig. 4b

Fig. 4a

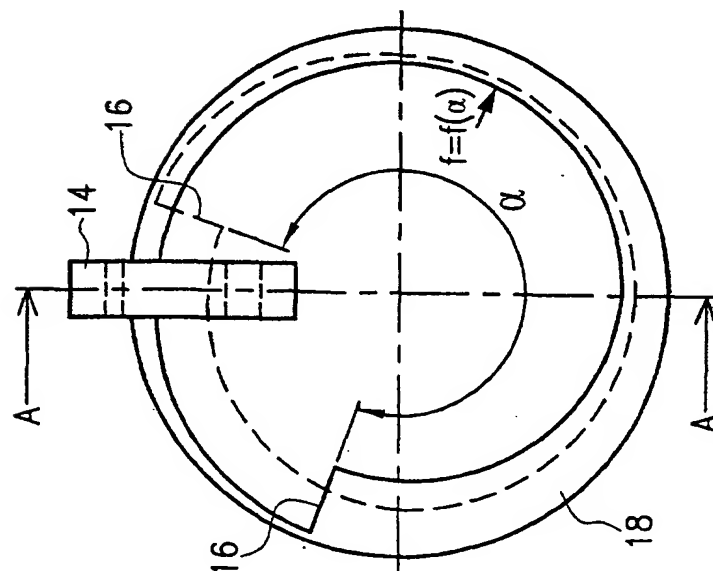
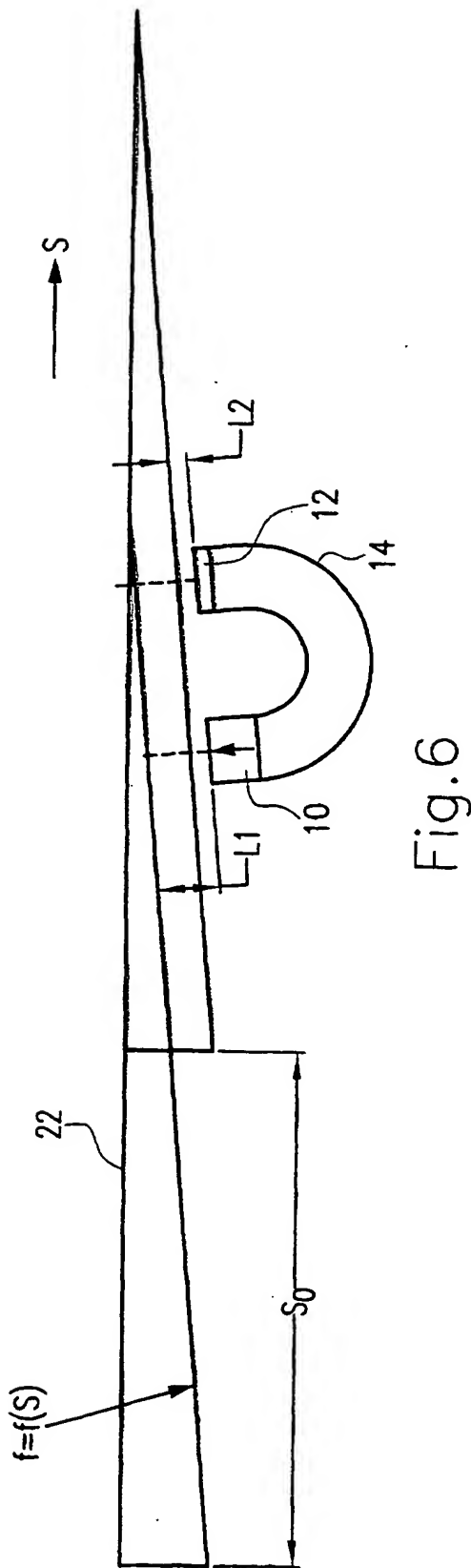
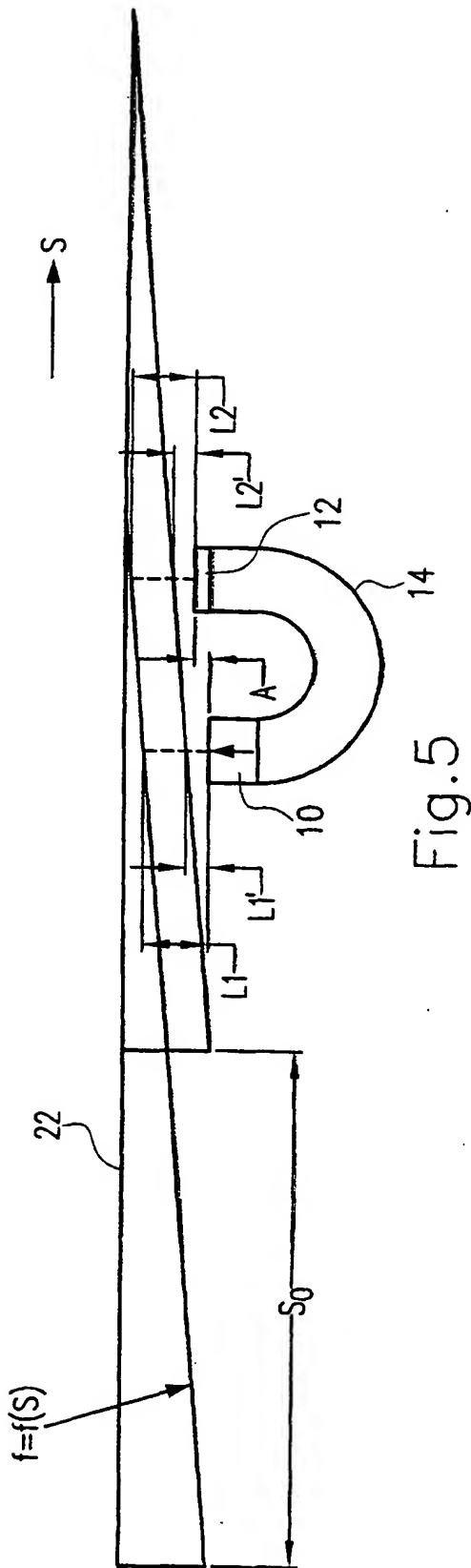


Fig. 3



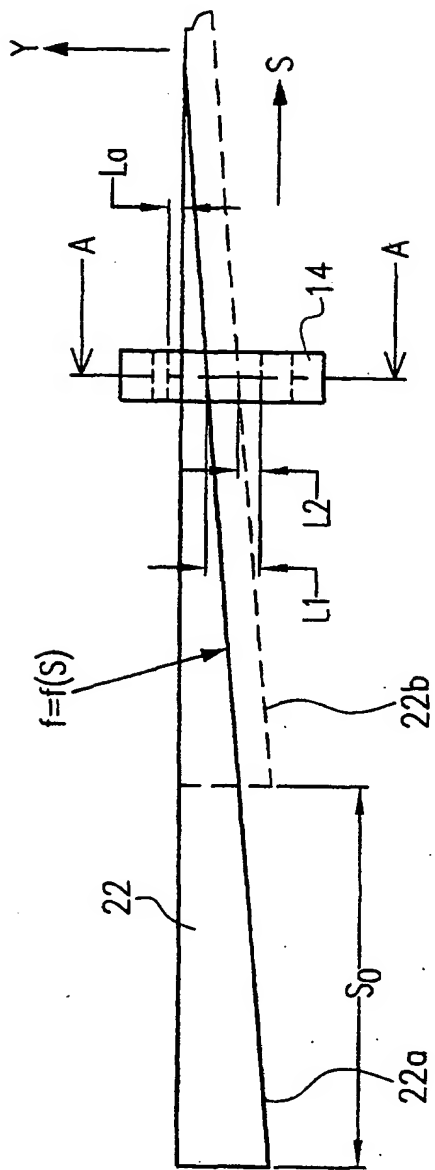


Fig. 7

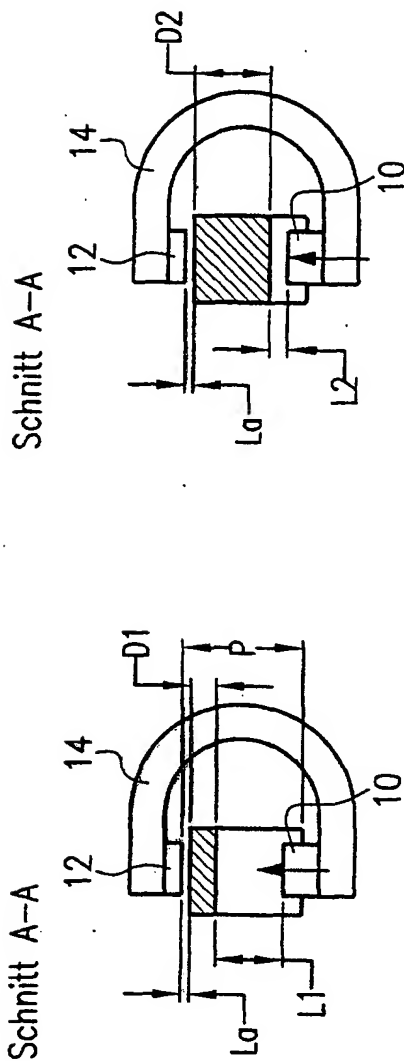


Fig. 8b

Fig. 8a

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)